

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-55928

(43)公開日 平成11年(1999) 2 月26日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 2 K 37/14

識別記号

5 3 5

F I

H 0 2 K 37/14

5 3 5 B

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-222076

(22)出願日 平成9年(1997) 8 月5日

(71)出願人 000228730

日本サーボ株式会社

東京都千代田区神田美土代町7

(72)発明者 磯崎 弘毅

群馬県桐生市相生町3-93番地 日本サーボ株式会社桐生工場内

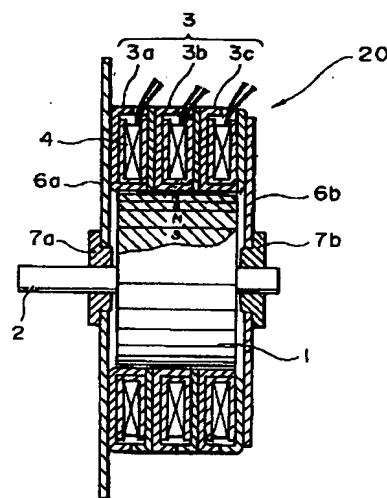
(74)代理人 弁理士 斎藤 春弥 (外1名)

(54)【発明の名称】 多相PM型ステッピングモータ

(57)【要約】

【課題】 リード線の本数及びトランジスタの使用個数が少なく、トルクが大きく、微小ステップ角が得られる多相PM型ステッピングモータを提供する。

【解決手段】 外周面にN極とS極が交互に着磁された円筒状の永久磁石からなるロータ1と、前記ロータ1の外周面のN極又はS極に対して一定の空隙を介して対向配置された歯を持つステータコアと、前記ステータコア内に巻装されステータコアを磁化することによりロータ1を回転させるステータコイル4a~4cを具備し、ステータコアの数を3、永久磁石の着磁ピッチ角度をPとした場合、ステータコアの歯の位置を各々2P/3角度ずらして配置するように構成する。また、上記3個のステータコアを巻装するステータコイル4a~4cが、3端子結合され6個のトランジスタよりなる駆動回路によって上記3個のステータコイル4a~4cのうちの2個又は3個が同時にバイポーラ駆動されるように構成すると、リード線の本数及びトランジスタの使用個数が少なくてできる。



- 1 : ロータ
- 2 : 回転軸
- 3 : ステータ
- 3a ~ 3c : ステータ部
- 4 : ステータコイル
- 6a, 6b : モータ取付板
- 7a, 7b : 軸受
- 20 : 本発明の3相PM型ステッピングモータ

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外周面に N 極と S 極が交互に着磁された円筒状の永久磁石からなるロータと、前記ロータの外周面の N 極又は S 極に対して一定の空隙を介して対向配置された歯を持つステータコアと、前記ステータコア内に巻装されステータコアを磁化することによりロータを回転させる励磁コイルを具備し、前記ステータコアの数を 3、永久磁石の着磁ピッチ角度を P とした場合、ステータコアの歯の位置を各々  $2P/3$  角度ずらして配置したことを特徴とする多相 PM 型ステッピングモータ。

【請求項 2】 上記 3 個のステータコアを巻装するステータコイルが 3 端子結合され、6 個のトランジスタよりなる駆動回路によって上記 3 個のステータコイルのうちの 2 個又は 3 個が同時にバイポーラ駆動されることを特徴とする請求項 1 に記載の多相 PM 型ステッピングモータ。

【請求項 3】 外周面に N 極と S 極が交互に着磁された円筒状の永久磁石からなるロータと、前記ロータの外周面の N 極又は S 極に対して一定の空隙を介して対向配置された歯を持つステータコアと、前記ステータコア内に巻装されステータコアを磁化することによりロータを回転させる励磁コイルを具備し、前記ステータコアの数を n (n は奇数) とし、前記永久磁石の着磁ピッチ角度を P とした場合、前記ステータコアの歯の位置を各々  $2P/n$  角度ずらして配置したことを特徴とする多相 PM 型ステッピングモータ。

【請求項 4】 上記ロータをハイブリッド構造としたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の多相 PM 型ステッピングモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、プリンター、高速 FAX、PPC 用複写機等の OA 機器用として好適な多相 PM 型ステッピングモータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の単相 PM 型ステッピングモータについて図 1 3 及び図 1 4 を用いて説明する。図 1 3 は、従来の単相 PM 型ステッピングモータ 3 0 の縦断側面図であり、同図において、3 1 は外周面に円周方向に向かって交互に NS 磁極を形成した筒状のロータ、3 2 は当該ロータ 3 1 の回転軸、3 3 はリング状のステータであり、内周面が上記ロータ 3 1 の外周面に空隙を介して対向するように配置されている。また、3 4 はステータ 3 3 を構成するステータコイル、3 5 はステータヨーク、3 6 a、3 6 b はこのステータヨーク 3 5 に固定したモータ取付板、3 7 a、3 7 b は夫々この取付板 3 6 a、3 6 b に設けた上記回転軸 3 2 支承用の軸受である。

【0003】次に、上記ステータ 3 3 の詳細を図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 は、ステータ 3 3 を分解して示した縦断側面図である。上記ステータヨーク 3 5 は、上

記ステータコイル 3 4 の内周面に沿って、夫々軸方向に延びる櫛歯状の極歯 3 8 a、3 8 b を設けたリング状の一方及び他方のヨーク素子 3 9 a、3 9 b により形成され、上記極歯 3 8 a、3 8 b は互いに交互に円周方向にずれて隣接するように配置されている。

【0004】また、上記ステータコイル 3 4 は、上記一方及び他方のヨーク素子 3 9 a、3 9 b 並びに極歯 3 8 a、3 8 b により取り囲まれるリング状のボビン 4 0 と、このボビン 4 0 に巻かれたリング状コイル 4 1 とより構成される。

【0005】次に、従来の 2 相 PM 型ステッピングモータについて図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 は、従来の 2 相 PM 型ステッピングモータ 5 0 の縦断側面図である。当該ステッピングモータ 5 0 では、ステータ 5 3 は、軸方向に重ねた第 1、第 2 のステータ部 5 3 a、5 3 b により構成されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような従来の単相 PM 型ステッピングモータでは、ステータが 1 個のみであるため、モータの回転方向を定めるには、ステータの極歯と、ロータの磁極間の磁気バリエーションや位相を、モータの回転方向が定まるようにずらすか、または、機械的方法を用いてモータの回転方向を定めており、高速回転や高トルクを必要とされる機器には不向きであった。

【0007】また、これらの問題を解決するために開発された上記 2 相 PM 型ステッピングモータによれば、トルク及び高速性を大幅に改善できるが、次のような問題がある。

(1) コイルに対するリード線の本数が 4 本と多く、また駆動回路に使用するトランジスタは最低 8 個必要である。

(2) トルクリプルが大きいため振動が大きい。

(3) ステップ角を小さく取る場合、多数の極歯を形成しなければならず、工作上の問題がある。

(4) 微小ステップ角で高トルクのものは得にくい。

(5) また、特開平 1 - 2 5 9 7 4 8 号公報に開示されている 3 相 PM 型ステッピングモータでは、電流の位相角が  $60^\circ$  であり、 $120^\circ$  通電ドライブができないという問題があった。

本発明は、上記課題（問題点）を解決する多相 PM 型ステッピングモータを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のステッピングモータは、上記課題を解決するために、請求項 1 に記載のものでは、外周面に N 極と S 極が交互に着磁された円筒状の永久磁石からなるロータと、前記ロータの外周面の N 極又は S 極に対して一定の空隙を介して対向配置された歯を持つステータコアと、前記ステータコア内に巻装されステータコアを磁化することによりロータを回転さ

10

20

30

40

50

せる励磁コイルを具備し、ステータコアの数を3、永久磁石の着磁ピッチ角度をPとした場合、ステータコアの歯の位置を各々 $2P/3$ 角度ずらして配置するように構成した。

【0009】請求項2に記載のステッピングモータは、上記3個のステータコアを巻装するステータコイルが3端子結合され、6個のトランジスタよりなる駆動回路によって上記3個のステータコイルのうちの2個又は3個が同時にバイポーラ駆動されるように構成した。

【0010】請求項3に記載のステッピングモータは、外周面にN極とS極が交互に着磁された円筒状の永久磁石からなるロータと、前記ロータの外周面のN極又はS極に対して一定の空隙を介して対向配置された歯を持つステータコアと、前記ステータコア内に巻装されステータコアを磁化することによりロータを回転させる励磁コイルを具備し、前記ステータコアの数をn（nは奇数）とし、前記永久磁石の着磁ピッチ角度をPとした場合、ステータコアの歯の位置を各々 $2P/n$ 角度ずらして配置するように構成した。

【0011】請求項4に記載のステッピングモータは、上記ロータをハイブリッド構造とするように構成した。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の多相PM型ステッピングモータの一実施の形態を図1乃至図12を用いて説明する。まず、本発明の3相PM型ステッピングモータの基本構成を図1乃至図3を用いて説明する。図1は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の一実施の形態を示す縦断側面図で、図2は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の一実施の形態を示す分解斜視図である。また、図3は、当該ステッピングモータ20のステータ3とロータ1の展開図である。図1及び図2に示すように、本実施の形態に示す3相PM型ステッピングモータ20では、ステータ3を互いに軸方向に重ねた3個の第1乃至第3のステータ部3a～3cにより構成し、このステータ部3a～3cの各櫛歯状の極歯8a、8bとロータ1の外周面上のN、S磁極との関係位置を図3に示すように定める。なお、図1において、2は回転軸、4はステータコイル、6a、6bはモータ取付板、7a、7bは回転軸2の軸受である。また、図2において、12は、モータケースである。

【0013】即ち、一方又は他方のヨーク素子9a及び9bの極歯8a、8bの極歯ピッチを夫々 $\tau_s$ とした場合、第1乃至第3の各ステータ部3a～3cにおいて、上記他方の極歯8bを上記一方の極歯8aから円周方向の一方に、 $\tau_s/2$ だけずらし、第2ステータ部3bの一方の極歯8aを、上記第1ステータ部3aの他方の極歯8aから $\tau_s/3$ だけずらし、第3ステータ部3cの一方の極歯8aを上記第2ステータ部3bの他方の極歯8aから同じく $\tau_s/3$ だけずらし、上記第1ステータ部3aの一方の第2の極歯8aを上記第3のステータ部

3cの他方の極歯8aから同じく $\tau_s/3$ だけずらすようにする。また、ロータ1のN極及びS極のピッチを夫々 $\tau_r$ とした場合、 $\tau_r = \tau_s$ とし、従って、N極とこれに隣接するS極間の間隔Pが、 $P = \tau_r/2$ となるようにする。

【0014】以上の構成において、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の動作を図4乃至図12を用いて説明する。図4は、モノファイル巻きとしたステータコイル4a～4cとその6本の外部リード線を示し、図5は6個のPNPトランジスタTR1～TR6と6個のNPNトランジスタTR7～TR12とを用いたこれらステータコイル4a～4cの駆動回路図、図6は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の動作を単純化して説明するため、図5の駆動回路を用い、励磁信号①～⑥でステータコイル4a～4cを順次バイポーラ駆動した場合の波形図である。また、図7は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の動作を簡略化して説明するためのステータ部3a～3cの極歯8a、8bとロータ1の磁極の展開図である。

【0015】図7のステップ1では、第1ステータ部3aの一方の極歯8aが総てS、他方の極歯8bが総てNとなるようにステータコイル4aのみに電流を流した場合であり、ロータ1の磁極Nは第1ステータ部3aの極歯8aのSに吸引され、磁極Sは極歯8bのNに吸引され同図のように整列した状態になる。

【0016】次に、図7のステップ2では、第2ステータ部3bの一方の極歯8aがN、他方の極歯8bがSとなるようにステータコイル4bに電流を流すと、ロータ1の磁極N、Sは夫々第2ステータ部3bの極歯8aのN、極歯8bのSに吸引され移動し、整列する。この時、ロータ1の磁極は $\tau_r/6$ 移動したことになる。

【0017】更に、図7のステップ3では、第3ステータ部3cの一方の極歯8aがS、他方の極歯8bがNとなるようにステータコイル4cに電流を流すと、ロータ1の磁極N、Sは第3ステータ部3cの夫々極歯8bのN、極歯8aのSに吸引され、ロータ1は1ステップ移動し整列する。

【0018】以下、ステップ4、ステップ5、ステップ6では、夫々ステータコイル4a～4cに流す電流の向きをステップ1、ステップ2、ステップ3とは夫々逆とする。このようにすれば、ロータ1は矢印に示すように移動し、ステップ7でステップ1に戻る。この時のステップ角 $\theta_s$ は $\tau_r/6$ となる。

【0019】次に、図8乃至図12を用いて本発明の3相PM型ステッピングモータ20の具体的な動作を説明する。ここで図8は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20のステータコイル4の説明図、図9は、ステータコイル駆動回路図、図10は、ステータコイル4の励磁シーケンス図である。また、図11は、本発明の3相PM型ステッピングモータ20の動作を簡略化して説

明するためのステータ部 3 a ~ 3 c の極歯 8 a、8 b とロータ 1 の磁極の展開図である。

【0020】本実施の形態では、図 8 に示すように、ステータコイル 4 a ~ 4 c を星型に接続して外部リード線を 3 本とし、この各リード線を図 9 に示すように直流電源 V 間に直列接続された PNP トランジスタ TR 13 ~ TR 15 と NPN トランジスタ TR 16 ~ TR 18 間に夫々接続し、このステータコイル駆動回路に図 10 に示すような励磁信号 ① ~ ⑥ を加えて第 1 乃至第 3 ステータコイル 4 a ~ 4 c をバイポーラ駆動する。

【0021】即ち、図 11 に示すように、ステップ 1 では、第 1 ステータ部 3 a の一方の極歯 8 a と第 2 ステータ部 3 b の他方の極歯 8 b が総て S、第 1 ステータ部 3 a の他方の極歯 8 b と第 2 ステータ部 3 b の一方の極歯 8 a が総て N となり、ステップ 2 では、第 2 のステータ部 3 b の一方の極歯 8 a と第 3 のステータ部 3 c の他方の極歯 8 b が総て N、第 2 のステータ部 3 b の他方の極歯 8 b と第 3 のステータ部 3 c の一方の極歯 8 a が総て S となり、ステップ 3 では、第 3 のステータ部 3 c の一方の極歯 8 a と第 1 のステータ部 3 a の他方の極歯 8 b の総てが S、第 3 のステータ部 3 c の他方の極歯 8 b と第 1 のステータ部 3 a の一方の極歯 8 a が総て N となるようにする。

【0022】なお、ステップ 4 ~ 6 では、各ステータコイル 4 a ~ 4 c に流れる電流の向きを逆とし、ステップ 1 ~ 3 の場合と N、S を反転する。ステップ 7 では、ステップ 1 に戻るようにする。この実施の形態におけるステップ角  $\theta_c$  は  $\tau_r / 6$  となる。

【0023】なお、図 12 の図表に、ロータ 1 の磁極数 P と、ロータ 1 の磁極ピッチ  $\tau_r$ 、ステップ角  $\theta_c$  との関係を示す。

【0024】

【発明の効果】本発明の多相 PM 型ステッピングモータは、上述のように構成したために、以下のような優れた効果を有する。

(1) 同一のステップ角を得る場合、2 相 PM 型ステッピングモータに対し、磁極幅を広くとれるので、従来の同形状のモータに対し、トルクが 20 % 以上改善される。

(2) ロータの磁極数が同一の場合、2 相 PM 型ステッピングモータと比較し、より微小なステップ角を得ることができる。

(3) 従来の 2 相 PM 型ステッピングモータでは、リード線を最低 4 本、駆動回路のトランジスタは 8 個必要としたのに対し、本発明のものでは、リード線 3 本、トランジスタも 6 個で済むので、駆動回路を大幅に簡略化できる。

(4) 公知の 3 相 PM 型ステッピングモータが、電流が位相角  $60^\circ$  であるのに対し、本発明のものは位相角が  $120^\circ$  であるため、位置検出手段を設けることによ

り、ブラシレスモータとしても使用可能である。

(5) 巻線のインピーダンスを変更することにより、3 相交流モータとしても使用可能である。

(6) 本発明の多相 PM 型ステッピングモータは、デルタ結線にしても動作させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの縦断側面図である。

10 【図 2】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの分解斜視図である。

【図 3】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータのステータ部とロータの展開図である。

【図 4】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの動作を簡略化して説明するためのステータコイルの説明図である。

【図 5】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの動作を簡略化して説明するためのステータコイル駆動回路図である。

20 【図 6】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの動作を簡略化して説明するためのステータコイルの励磁シーケンス図である。

【図 7】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの動作を簡略化して説明するためのステータ部の極歯とロータの磁極の展開図である。

【図 8】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータのステータコイルの説明図である。

【図 9】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータのステータコイル駆動回路図である。

30 【図 10】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータのステータコイルの励磁シーケンス図である。

【図 11】本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータの動作を簡略化して説明するためのステータ部の極歯とロータの磁極の展開図である。

【図 12】ロータの磁極数 (P) と、ロータの磁極ピッチ ( $\tau_r$ )、ステップ角 ( $\theta_s$ ) との関係を示す図表である。

【図 13】従来の単相 PM 型ステッピングモータの縦断側面図である。

【図 14】従来の単相 PM 型ステッピングモータのステータ部の分解縦断側面図である。

【図 15】従来の 2 相 PM 型ステッピングモータの縦断側面図である。

【符号の説明】

1 : ロータ

3 : ステータ

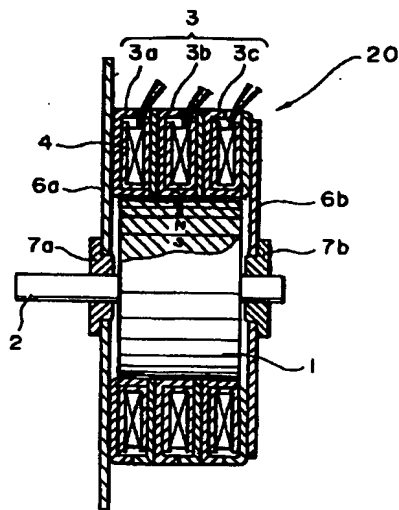
3 a ~ 3 c : ステータ部

4、4 a ~ 4 c : ステータコイル

8 a、8 b : ステータの極歯

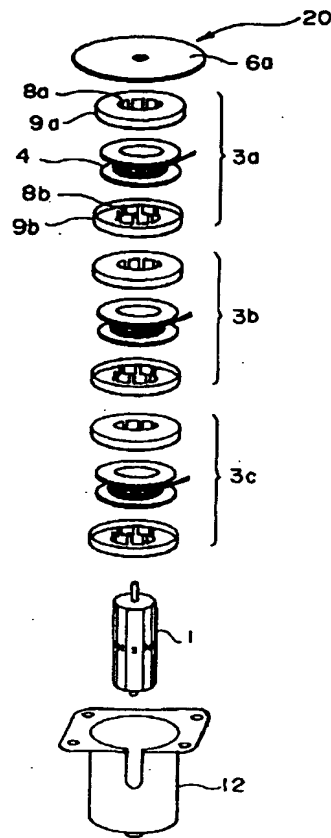
TR 1 ~ TR 18 : トランジスタ

【図 1】

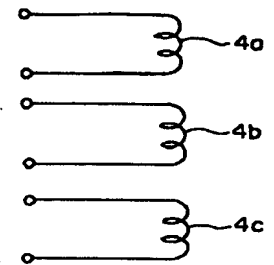


- 1 : ロータ  
 2 : 回転軸  
 3 : ステータ  
 3a ~ 3c : ステータ部  
 4 : ステータコイル  
 6a, 6b : モータ取付部  
 7a, 7b : 軸受  
 20 : 本発明の 3 相 PM 型ステッピングモータ

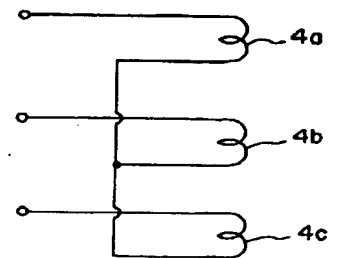
【図 2】



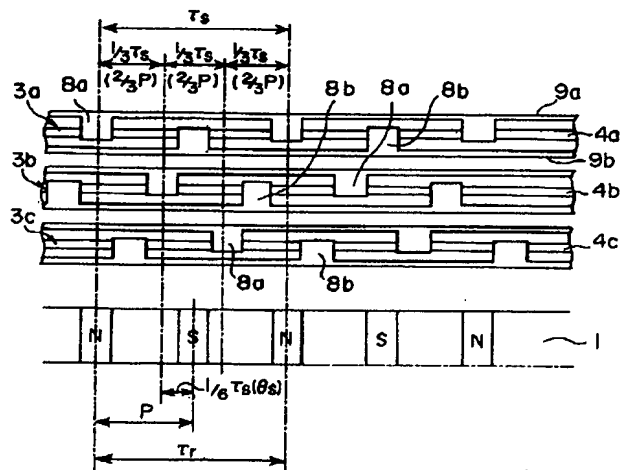
【図 4】



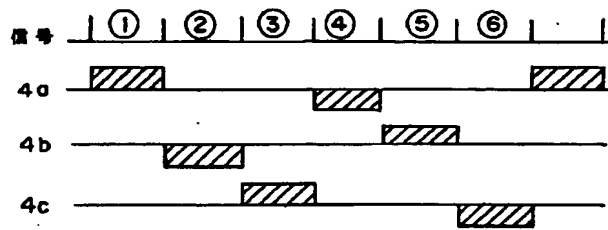
【図 8】



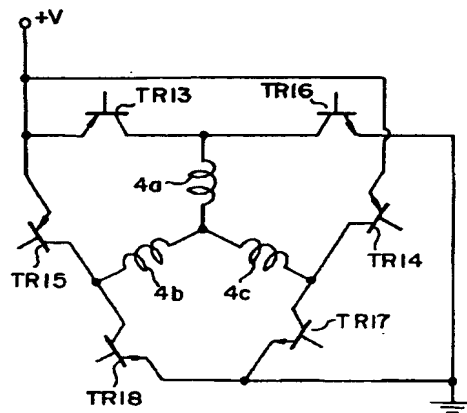
【図 3】



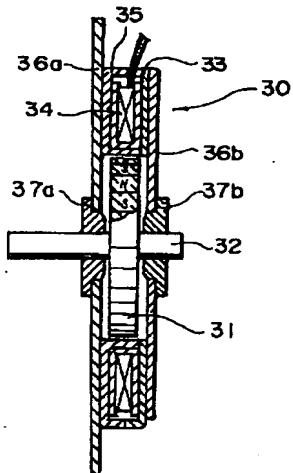
【図6】



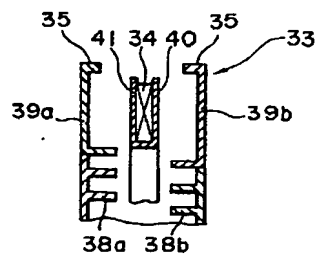
【図9】



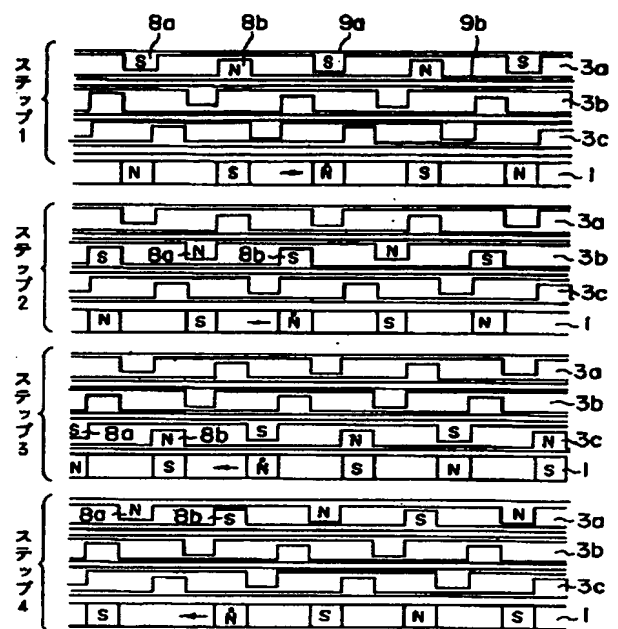
【図13】



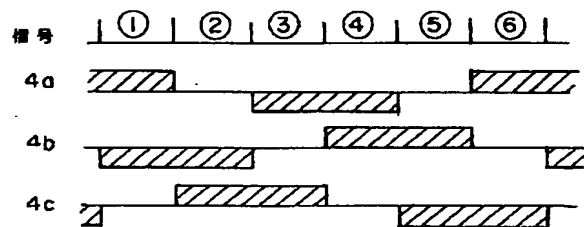
【図14】



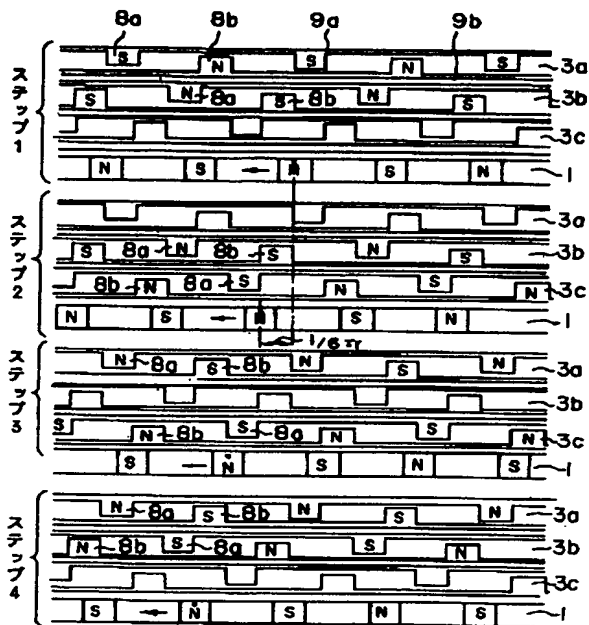
【図7】



【図10】



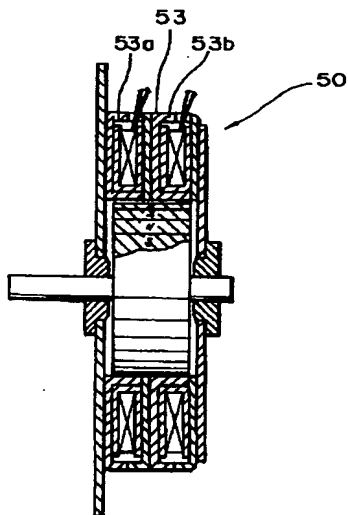
【図11】



【図12】

P	$\tau_r$	$\theta_s = \frac{1}{6} \tau_r$
2	360°	60°
4	180°	30°
6	120°	20°
8	90°	15°
10	72°	12°
12	60°	10°
14	51.43°	8.57°
16	45°	7.5°
18	40°	6.66°
20	36°	6°
22	32.73°	5.45°
24	30°	5°
↓	↓	↓

【図15】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**